

YDINTURVALLISUUS

Suomi ja lähialueet

Neljännesvuosiraportti 2/2004

Kirsti Tossavainen (toim.)

ISBN 951-712-906-8 (nid.) Dark Oy, Vantaa 2004
ISBN 951-712-907-6 (pdf)
ISBN 951-712-908-6 (html)
ISSN 0781-2884

TOSSAVAINEN Kirsti (toim.). Ydinturvallisuus, Suomi ja lähialueet. Neljännesvuosiraportti 2/2004. STUK-B-YTO 235. Helsinki 2004. 17 s. + liitteet 4 s.

Avainsanat: painevesireaktori, kiehutusvesireaktori, ydinvoimalaitosten käyttökokemukset, ydinmateriaalit, valmiustoiminta, lähialueyhteistyö

Tiivistelmä

Raportissa esitetään tietoja Suomen ja sen lähialueiden ydinlaitosten käytöstä sekä turvallisuuteen vaikuttaneista ja yleistä mielenkiintoa herättäneistä tapahtumista vuoden 2004 toiselta neljännekseltä. Lisäksi raportoidaan ydinmateriaalivalvontaan, ydinjätehuoltoon ja STUKin valmiustoimintaan liittyvistä merkittävistä asioista.

Loviisan laitokset olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen lukuun ottamatta Loviisa 1:llä reaktorin pikasulun vuoksi ollutta runsaan vuorokauden mittaista tuotantokatkosta. Pikasulku oli seurausta reaktorin suojausjärjestelmän viasta. Olkiluodon laitosten huoltoseisokit ajoittuivat tarkasteltavana olevalle vuosineljännekselle.

Laitosyksiköiden tapahtumilla ei ollut merkitystä turvallisuudelle.

STUK, IAEA ja Euratomin Safeguards-yksikkö tekivät ydinmateriaaleja koskevat tarkastukset sekä Olkiluodon että Loviisan voimalaitoksella.

Vuosineljänneksen aikana Suomessa ei ollut tilanteita, jotka olisivat vaarantaneet väestön tai ympäristön säteilyturvallisuutta ja antaneet aiheutta ryhtyä suojelutoimiin. Säteilytilanne oli Suomessa normaali koko vuosineljänneksen ajan.

Raportissa selvitetään myös Kuolan ja Leningradin ydinvoimalaitosten käyttötapauksia vuoden 2004 toisella neljänneksellä. Mikään tapahtumista ei vaarantanut laitosten turvallisuutta.

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
1 JOHDANTO	5
2 SUOMEN YDINVOIMALAITOKSET	6
2.1 Loviisan voimalaitos	6
2.1.1 Käyttö ja käyttötapaukset	6
2.2 Olkiluodon voimalaitos	9
2.2.1 Käyttö ja käyttötapaukset	9
2.2.2 Turvallisuutta parantavat laitosmuutokset	11
3 YDINJÄTEHUOLTO	13
4 YDINMATERIAALIVALVONTA	13
5 STUKIN VALMIUSTOIMINTA	14
5.1 Tapaukset	14
5.2 Poikkeavat säteilyhavainnot	14
5.3 Valmiusharjoitukset ja yhteyskokeilut	16
6 LÄHIALUEEN YDINVOIMALAITOKSET	17
LIITE 1 YDINVOIMALAITOSTEN VALVONTA	18
LIITE 2 YLEISTIEDOT SUOMEN YDINVOIMALAITOKSISTA	19
LIITE 3 STUKIN VALMIUSTOIMINTA	20
LIITE 4 INES-ASTEIKKO	21

1 Johdanto

Ydinenergialain (990/1987) mukaisesti Säteilyturvakeskus (STUK) valvoo ydinenergian käytön turvallisuutta. STUK huolehtii myös turva- ja valmiusjärjestelyjen valvonnasta sekä ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisesta ydinenergian käytön valvonnasta. Ydinvoimalaitoksiin kohdistuvan valvonta- ja tarkastustoiminnan osa-alueet esitetään liitteessä 1. Suomen ydinvoimalaitoksia koskevat yleistiedot ovat liitteessä 2.

STUK julkaisee neljännesvuosittain raportin, jossa kuvataan Suomen ja sen lähialueiden ydinlaitosten käyttöä sekä turvallisuuden kannalta merkittäviä tapahtumia. Tarpeen mukaan raportoidaan muiden maiden ydinvoimalaitosten mer-

kittävistä tapahtumista. Raportissa esitetään myös merkittäviä Suomen ydinjätehuoltoa ja ydinmateriaalivalvontaa koskevia asioita. Lisäksi raportoidaan STUKin valmiustoiminnasta. Yleiskuvaus valmiustoiminnasta esitetään liitteessä 3.

Raportti perustuu STUKin valvontatoiminnassaan, valmiustehtävässään sekä lähialueysteistyön koordinoinnissa saamiinsa tietoihin ja tekemiinsä havaintoihin. Tapahtumien turvallisuusmerkityksen kuvaamisessa käytetään ydinlaitostapahtumien kansainvälistä INES-asteikkoa (International Nuclear Event Scale). INES-asteikko esitetään liitteessä 4.

2 Suomen ydinvoimalaitokset

Kirsti Tossavainen, Tapani Eurasto, Timo Eurasto, Samuel Koivula, Jarmo Kosi, Pauli Kopiloff, Rainer Rantala, Veli Riihiluoma

2.1 Loviisan voimalaitos

2.1.1 Käyttö ja käyttötapahtumat

Loviisan laitossyksiköt olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen lukuun ottamatta Loviisa 1:llä tapahtuneen reaktoripikasulun aiheuttamaa tuotantokatkoa. Loviisa 1:n energiakäyttökerroin vuosineljänneksellä oli 100,4 % ja Loviisa 2:n 101,3 %. Energiakäyttökerroin kuvaa tuotetun sähköenergian suhdetta energiaan, joka olisi voitu tuottaa, jos laitossyksikkö olisi toiminut koko tarkasteluajan nimellisteholla. Tuotetun sähköenergian määrä riippuu myös turbiinille johdetun höyryn lauhduttamiseen käytetyn meriveden lämpötilasta. Mitä kylmempää merivesi on, sitä suurempi teho turbiinista saadaan. Tällöin energiakäyttökerroin voi ylittää arvon 100 %. Laitossyksiköiden reaktoreiden suurin sallittu lämpöteho on määritelty laitossyksiköiden käyttöluvuissa. Sähköntuotantoa kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 1 ja 2.

Aktiivisuusmittausten toimimattomuus Loviisa 2:lla

Loviisa 2:lla havaittiin huhtikuussa 2004, että sekundääripiirin poistokaasujen aktiivisuusmittaukseen kuuluva suojasuodatin kerää poikkeuksellisen paljon likaa ja kosteutta. Asiaa selvitettäessä paljastui, ettei aktiivisuusmonitorille johdettava näytteenvirtaus toiminut suunnitellulla tavalla.

Puutteellisesti toimineet monitorit, joita on kaksi kappaletta, sijaitsevat turbiinilauhduttimien pääejektorien ulospuhalluslinjassa. Ejektorit poistavat ilman ja lauhtumattomat kaasut lauhduttimesta ja puhaltavat ne ulkoilmaan. Aktiivisuusmittaukset ovat jatkuvatoimisia.

Jotta pääejektorien aktiivisuusmittaukseen tuleva kaasumainen näyte olisi sopivaa mitattavaksi, johdetaan se ennen mittausta jäähdytykseen ja lauhteenpoistoon. Tähän näytteenkeräysjärjestelmään kuuluu vesilukko. Loviisa 2:n näytteenkerä-

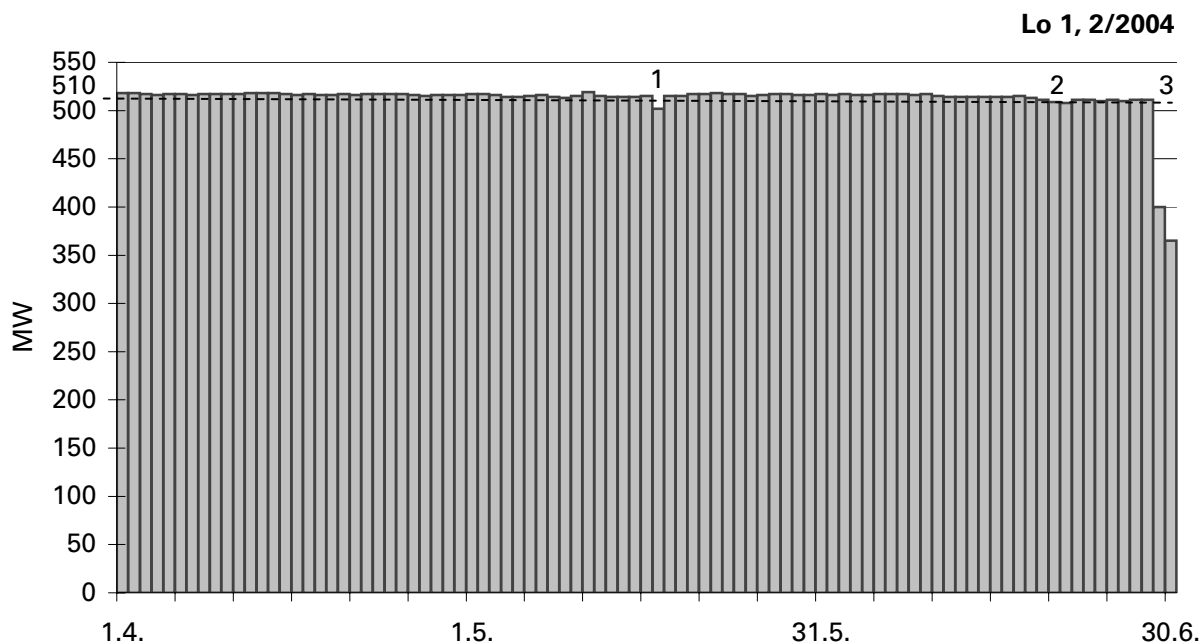
ysjärjestelmän vesilukko oli liian matala, ja näytteenottopumpun imu oli tyhjentänyt sen. Tämä oli mahdollistanut sen, että osa pääejektorien aktiivisuusmonitoreille johdettavasta näytteenvirtauksesta oli tullut tyhjentyneen vesilukon täyttöaukon kautta turbiinihallista.

Pääejektorien aktiivisuusmonitoreille on asetettu turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa toimintakuntoisuusvaatimukset. Monitorien ollessa toimintakunnottomia edellytetään, että vastaavat tuorehöyrylinjojen aktiivisuusmittaukset ovat toimintakunnossa ja niiden hälytysraja on muutettu kaksinkertaiseksi tausta-aktiivisuuteen verrattuna. Tuorehöyrylinjojen höyrystinkohtaiset mittaukset kuten myös turbiinipuolen radioaktiivisuutta valvovat muut säteilymittaukset olivat toiminnassa tapahtuman aikana. Nämä mittaukset ovat herkempiä kuin nyt käyttökunnottomaksi todettu pääejektorien aktiivisuusmittaus. Myös viikoittaiset laboratorioanalyysit tuorehöyrylinjojen kaasunäytteistä on tehty säännöllisesti. Näin on voitu varmistua, ettei päästöjä aktiivisuusmittauksen puutteellisen toiminnan aikana ole tapahtunut. Sekundääripiirissä ei normaalisti ole havaittavaa aktiivisuutta.

Kummankin Loviisan laitossyksikön kiinteät säteilymittausjärjestelmät on uusittu. Samassa yhteydessä uusittiin myös näytteenkeräysjärjestelmät; Loviisa 1:llä vuonna 2002 ja Loviisa 2:lla vuonna 2003. Järjestelmät poikkeavat toisistaan, koska Loviisa 2:lla säteilymittausmonitorien toimittaja toteutti myös suunnittelemansa näytteenkeräysjärjestelmän kokonaan, kun taas Loviisa 1:llä komponentit hankittiin erikseen. Loviisa 1:llä näytteenkeräys on toiminut moitteettomasti.

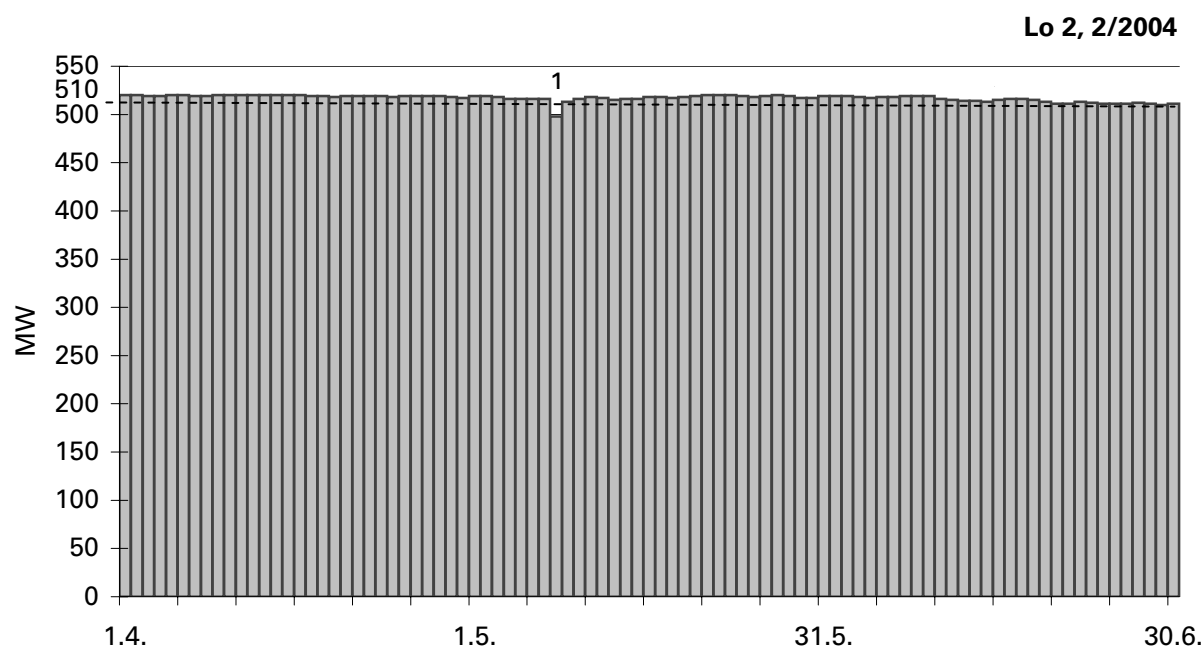
Vian korjaamiseksi näytteenkeräyslinjaan on tehty väliaikaiset muutokset. Loviisa 2:n näytteenkeräyslinja uusitaan vuosihuoltoseisokissa 2004 vastaamaan Loviisa 1:n näytteenkeräyslinjaa.

Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.



1. Pääkiertopumpun pysähtyminen laakerilämpötilan mittausketjussa olleen vian seurauksena.
2. Reaktorin suojausjärjestelmän aiheuttomasta toiminasta johtuneita tehonalennuksia.
3. Reaktorin pikasulku suojausjärjestelmän vian seurauksena (erillinen kuvaus tässä luvussa).

Kuva 1. Loviisa 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho huhti–kesäkuussa 2004.



1. Toisen turbiinin tehon lasku säätäjähäiriön seurauksena.

Kuva 2. Loviisa 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho huhti–kesäkuussa 2004.

**Reaktorin pikasulku Loviisa 1:llä
suojausjärjestelmän vian seurauksena**

Loviisa 1:n ollessa täydellä teholla 29.6.2004 tapahtui reaktorin pikasulku, kun reaktorin tehoalueen neutronivuon suojausraja ylittyi tuntemattoman vian seurauksena. Pikasulussa laitoksen järjestelmät toimivat suunnitellusti.

Todennäköisenä syynä pikasulkuun pidettiin piilevää vikaa, joka oli oireillut aiemmin, mutta poistunut niin, ettei sitä pystytty paikallistamaan. Pikasulun aiheuttanut vika paikallistettiin neutronivuosuojauksen muodostukseen suojausryhmässä 1, jonka kaikissa tehoalueen kanavissa suojausraja oli pudonnut arvosta 110 % arvoon 88 %. Näin siis reaktorin suojausautomaattikka esti laitosesikön toiminnan täydellä teholla. Kahdella neutronivuomittauksen elektronikkakaaapilla vaihdettiin elektronikkayksiköt ja suojausrajan muodostukseen liittyvä elektronikkakortti. Toimenpiteet tehtiin vian uusiutumisen estämiseksi, vaikka yksiselitteistä vikaa ei löydetty.

Tarkastusten ja korjausten jälkeen laitosesikö käynnistettiin. Ylösajon aikana tehtiin suojausjärjestelmän toiminnan tarkastuksia ja neutronivuomittauksen kalibrointeja. Laitosesikkö kytkettiin takaisin sähköntuotantoon 30.6.2004.

Tehoajolla havaittiin neutronivuomittausjärjestelmässä jälleen häiriöitä, joiden vuoksi vian selvittämistä jatkettiin. Selvityksissä ei saatu kuitenkaan uutta tietoa. Laitosesikön 24.7.2004 alkaneessa vuosihuollossa tehdyissä tutkimuksissa syyksi paljastui reaktorin tehon suojaussignaalin muodostuspiirin häiriönpoistokondensaattori. Syyn selvittyä voimayhtiö päätti uusia sekä Loviisa 1:n että Loviisa 2:n vuosihuolloissa 2004 kaikkien neutronivuon mittauskanavien teho- ja periodisuojausten vastaavat kondensaattorit.

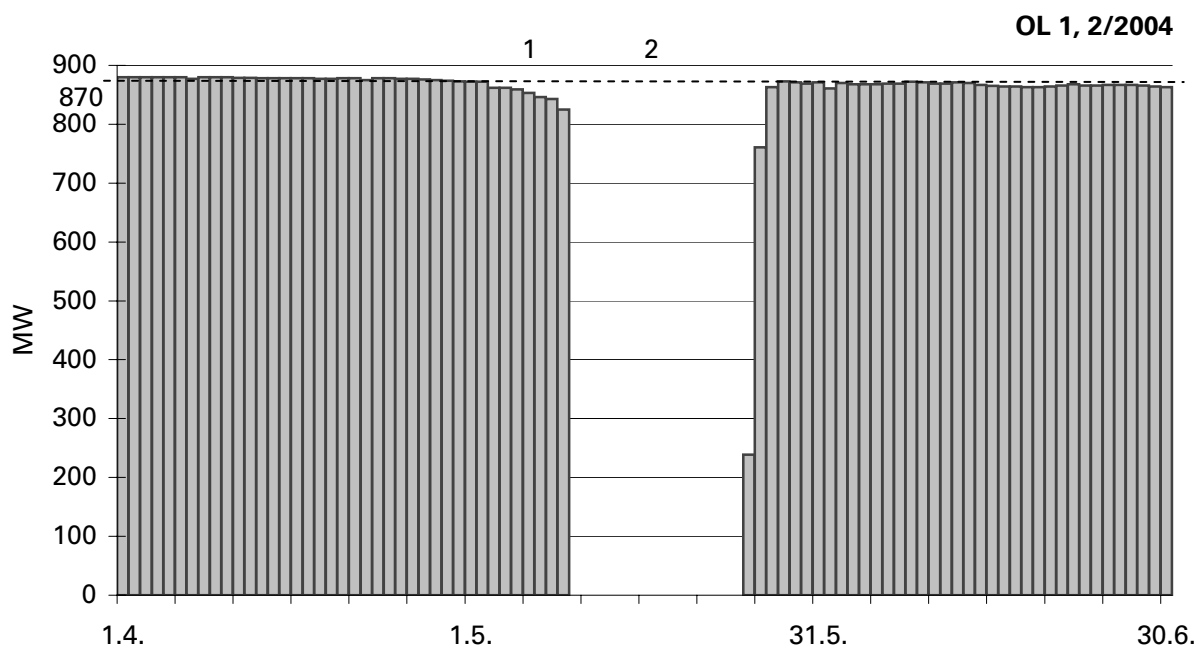
Laitosesikön turvallisuustaso ei alentunut merkittävästi pikasulun tai sitä edeltäneiden häiriöiden aikana. Reaktorin pikasulku luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

2.2 Olkiluodon voimalaitos

2.2.1 Käyttö ja käyttötapaukset

Olkiluodon kummallakin laitosyksiköllä oli vuosihuoltoseisokit. Olkiluoto 1:n energiakäyttökerroin

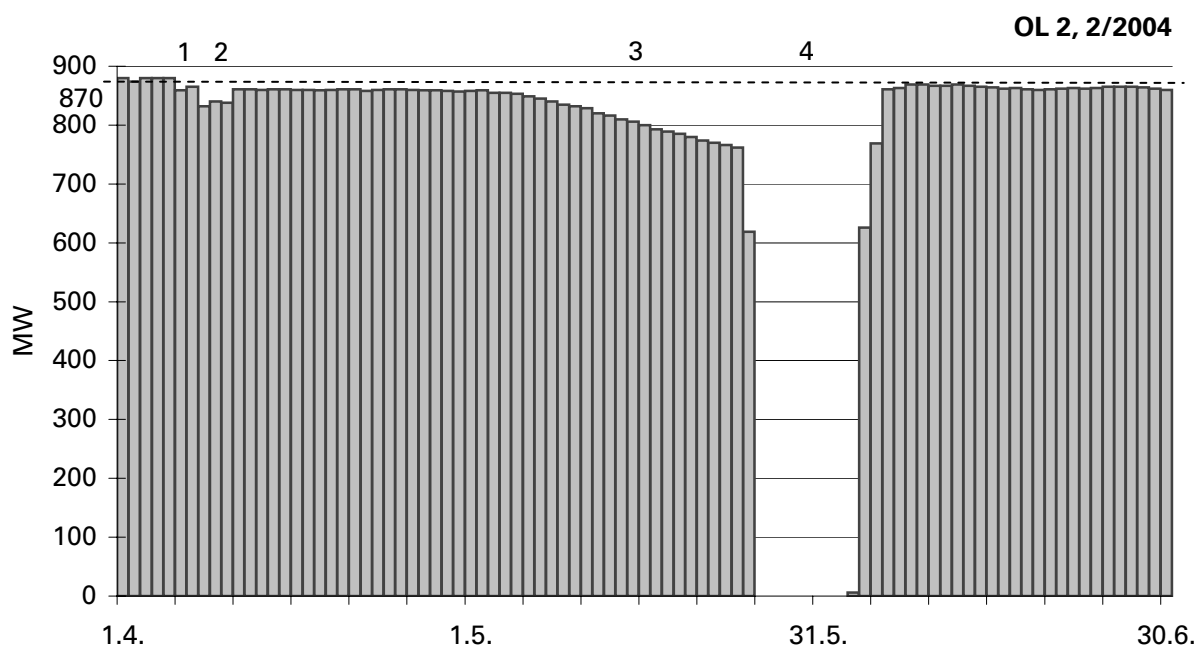
vuosineljänneksellä oli 82,3 % ja Olkiluoto 2:n 87,2 %. Laitosyksiköiden sähköntuotantoa vuosineljänneksellä kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 3 ja 4.



1. Ydinpolttoainetta käytetty niin pitkään, että reaktorin teho alkoi vähitellen laskea.

2. Vuosihuolto (kuvaus erikseen tässä luvussa)

Kuva 3. Olkiluoto 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho huhti–kesäkuussa 2004.



1. Lauhduttimen tyhjän heikkeneminen.

2. Yhden pääkiertopumpun pysähtyminen maavian seurauksena.

3. Ydinpolttoainetta käytetty niin pitkään, että reaktorin teho alkoi vähitellen laskea.

4. Vuosihuolto (kuvaus erikseen tässä luvussa).

Kuva 4. Olkiluoto 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho huhti–kesäkuussa 2004.

Olkiluoto 1:n vuosihuolto

Olkiluoto 1:n huoltoseisokki toteutettiin 9.5.–25.5.2004. Laitosyksikkö oli poissa sähköntuotannosta noin kuusitoista vuorokautta. Vuosihuolto kesti noin vuorokauden suunniteltua kauemmin, mikä johtui pääasiassa polttoaineen siirtokoneen vioista.

Reaktorin polttoaineenvaihdon lisäksi vuosihuollossa tehtiin laitteisiin, rakenteisiin ja järjestelmiin kohdistuneita kunnossapitotöitä sekä tarkastuksia. Merkittävimpiä töitä olivat suojarakennuksen tiiviyskoe, syöttövesijakajien vaihto, lauhteen esilämmityslinjan muutos ja valvomon ohjauspulpettien osittainen uudistus. Vuosihuollossa tehtyjä, laitosyksikön turvallisuutta parantavia muutostöitä selvitetään luvussa 2.2.2.

Vuosihuoltoseisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos oli 0,915 manSv. STUKin ohjeen mukaan kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo Olkiluodon yhdelle laitosyksikölle on kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona 2,10 manSv. Vuosittainen kollektiivinen säteilyannos kertyy pääasiassa seisokeissa tehtyjen töiden aikana. Suurin yksittäisen henkilön saama säteilyannos Olkiluoto 1:n vuosihuoltoseisokissa oli 6,15 mSv. Säteilyasetuksen mukaan säteilytyöstä työntekijälle vuoden aikana aiheutuva efektiivinen annos ei saa olla suurempi kuin 50 mSv. Kuvassa 5 esitetään vuosihuolloissa kertyneet kollektiiviset säteilyannokset vuosilta 2000–2004.

STUK valvoi vuosihuoltoseisokkia. Valvonta kohdistui mm. seisokin aikaisten töiden hallinnollisiin järjestelyihin, käyttö- ja kunnossapitohenkilökunnan toimintaan, ydinpolttoaineen vaihtoon, voimayhtiön ja alihankkijoiden tekemiin tarkastuksiin ja testauksiin sekä säteilysuojeluun. STUK

valvoi myös laitosyksikön pysäytystä seisokkitilaan, käyttötoimintaa seisokin aikana ja käynnistystä seisokin jälkeen. Luvan laitosyksikön käynnistämiseen STUK antoi 21.5.2004. STUKin tarkastajat totesivat laitosyksikön käynnistysvalmiuden laitospaikalla 24.5.2004. Tämän jälkeen voimayhtiö aloitti laitosyksikön käynnistämisen. Laitosyksikkö kytkettiin valtakunnan verkkoon 25.5.2004.

Olkiluoto 2:n vuosihuolto

Olkiluoto 2:n polttoaineenvaihtoseisokki oli 25.5.–3.6.2004. Laitosyksikkö oli poissa sähköntuotannosta noin yhdeksän vuorokautta. Vuosihuolto kesti noin vuorokauden suunniteltua kauemmin, mikä johtui pääasiassa polttoaineen siirtokoneen vioista, kuten Olkiluoto 1 laitosyksikölläkin.

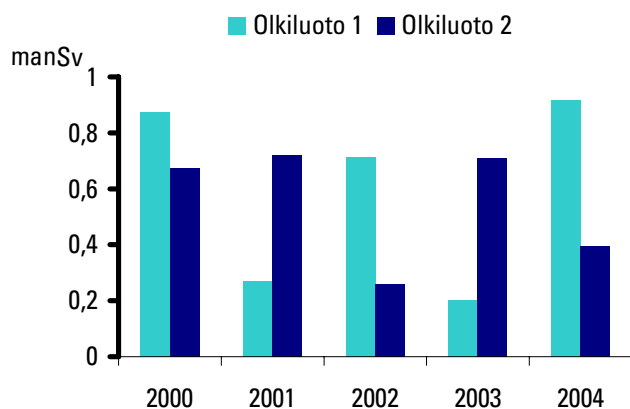
Vuosihuollon aikana tehtiin reaktorin polttoaineenvaihdon lisäksi laitteisiin, rakenteisiin ja järjestelmiin kohdistuneita kunnossapitotöitä sekä tarkastuksia. Vuonna 2003 todettu särö syöttövesiyhteessä tarkastettiin ja sen todettiin pysyneen ennallaan eikä se aiheuta estettä laitoksen käytölle. Merkittävimpana uutena havaintona oli vuonna 2003 asennettujen uusien syöttövesijakajien kiinnityskorvakkeiden tukilevyjen säröytyminen. Havaintoa selvitetään erikseen tässä luvussa.

Seisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos oli 0,394 manSv. Suurin yksittäisen henkilön saama säteilyannos Olkiluoto 2:n vuosihuollossa oli 4,30 mSv.

STUK valvoi laitosyksikön vuosihuoltoseisokkia kuten Olkiluoto 1:n vuosihuoltoa. Luvan laitosyksikön käynnistämiseen STUK antoi 2.6.2004. STUKin tarkastajat totesivat laitosyksikön käynnistysvalmiuden laitospaikalla 2.6.2004. Tämän jälkeen voimayhtiö aloitti laitosyksikön käynnistämisen. Laitosyksikkö kytkettiin valtakunnan verkkoon 3.6.2004.

Reaktoripiirin syöttövesijakajissa havaitut säröt

Olkiluoto 2:lla vuosihuoltoseisokissa tehdyissä tarkastuksissa havaittiin säröjä syöttövesijakajan päissä olevissa kiinnityskorvakkeen tukilevyissä. Säröjä oli kaikissa neljässä jakajassa vastaavissa kohdissa. Syöttövesijakajat sijaitsevat reaktoripainesäiliön sisällä ja niiden tehtävä on jakaa kylmempi syöttövesi tasaisesti reaktoripainesäiliön sisällä tapahtuvaan vesikiertoon. Vuonna 1998 to-



Kuva 5. Olkiluodon laitosyksiköiden vuosihuolloissa kertyneet kollektiiviset säteilyannokset.

teutetun tehonkorotuksen johdosta päätettiin uusia jakajat vastaamaan uudella tehotasolla vallitsevaa virtausta. Samalla jakajien rei'itetyn alueen paikka päätettiin muuttaa siten, että kylmempi vesi ei aiheuttaisi termistä väsymistä osuessaan lähellä olevien metalliosien pintaan. Olkiluoto 2:lla syöttövesijakajat vaihdettiin vuosihuoltoseisokissa 2003.

Säröytynyt kohta ei ensisijaisesti kannu esikiristyksestä aiheutuvaa kuormaa, mutta kohdassa on terävä kulma, joka aiheuttaa jännitysten keskittymistä. Alustavana arviona säröilyn syyksi on esitetty valmistuksen aikaisesta kylmämuokkauksesta johtuvaa jännityskorroosiota. Kylmämuokkaus herkistää ruostumatonta terästä jännityskorroosiolle. Osasyys saattaa olla myös terminen väsyminen, jota aiheutuu kylmemmän ja kuumemman veden vaihtelusta kiinnityskohdan alueella.

Turvallisuusmerkitys on vähäinen. Särön kasvu jännityskorroosiomekanismilla pysähtyisi viimeistään tukilevyn ja kiinnityskorvakkeen väliseen hitsisaumaan. Eräällä ulkomaisella laitoksella on samalla tavalla säröytynyttä jakajaa käytetty yli 10 vuotta.

Varmuuden vuoksi Olkiluoto 2:lla jakajat vaihdettiin vuosihuoltoseisokissa vanhoihin jakajiin. Olkiluoto 1:lle uudet jakajat oli asennettu ennen Olkiluoto 2:n vuosihuoltoa olleessa vuoden 2004 seisokissa. Olkiluoto 1:n syöttövesijakajat tarkastetaan vuosihuoltoseisokissa 2005.

Olkiluoto 2:lta poistettujen syöttövesijakajien säröytyneistä kohdista otetaan näytepalat tarkempia tutkimuksia varten säröytymisen syyn selvittämiseksi. Jakajien korjaussuunnitelmat tehdään tutkimusten jälkeen.

2.2.2 Turvallisuutta parantavat laitosmuutokset

Lauhtenpuhdistuksen muutokset

Olkiluodon laitosyksiköillä on lauhdejärjestelmässä tehty muutoksia puhdistusjärjestelmän suodattimien ioninvaihtomassojen käyttöolosuhteiden parantamiseksi. Muutokset tehtiin Olkiluoto 1:llä vuosihuoltoseisokissa 2004. Olkiluoto 2:lla muutokset on tehty vuonna 2003.

Lauhtenpuhdistusjärjestelmä esilämmittää turbiinilauhttimilta tulevan lauhteen ja siirtää sen syöttövesijärjestelmään. Syöttövesijärjestelmällä vesi pumpataan reaktoriin. Ennen reaktoriin pump-

paamista lauhde kiertää puhdistusjärjestelmän suodattimien läpi. Olkiluodon laitosyksiköillä lauhteen puhdistusjärjestelmä koostuu seitsemästä ioninvaihtosuodattimesta.

Kummallakin laitosyksiköllä on ongelmana ollut reaktoriveden tavoitearvoa korkeampi sulfaattipitoisuus. Sulfaatti on tietyissä olosuhteissa merkittävä jännityskorroosioon vaikuttava tekijä. Sulfaattipitoisuudet ovat kuitenkin olleet niin pieniä, että niillä ei ole ollut oleellista korroosiovaikutusta. Reaktoriveden sulfaatti on peräisin lauhteenpuhdistussuodattimien ioninvaihtomassasta vapautuneesta sulfaatista. Sulfaattipitoisuuden pienentämiseksi vahvakationisten suodatinmassojen käyttöaikaa on jouduttu rajoittamaan. Laitosyksiköillä on ollut käytössä myös suodatinmassoja, jotka eivät sisällä sulfaattia.

Yhtenä sulfaatin suodatinmassoista vapautumiseen vaikuttava tekijä on lämpötila. Suodattimille menevän lauhteen lämpötilaa oli aikaisemmin säädetty esilämmittimen osittaisella ohituksella 60 °C:een. Laitosyksiköillä vuosina 2003 ja 2004 tehdyissä muutoksissa lauhteenpuhdistussuodattimille menevän veden lämpötilaa pienennettiin vaihtamalla lauhdejärjestelmän esilämmittimen paikkaa. Muutoksessa esilämmitin sijoitettiin lauhteenpuhdistussuodattimien jälkeen, kun se aikaisemmin sijaitsi ennen suodattimia. Muutoksen ansiosta puhdistussuodattimille menevän lauhteen lämpötila pieneni keskimäärin 50 °C:een.

Olkiluoto 2:lla on vuonna 2003 tehdyn muutoksen jälkeen voitu luopua suodatinmassojen käyttöaikojen rajoituksesta ja sulfaattivapaiden massojen käytöstä. Lisäksi suodatinmassat ovat pysyneet käyttökunnossa aikaisempaa huomattavasti pitempiä aikoja ilman, että sulfaattipitoisuudessa olisi merkittävää nousua. Pitkien käyttöaikojen johdosta keskiaktiivisen jätteen määrä laitoksella pienenee.

Tasasuuntaajien uusiminen Olkiluoto 1:llä

Olkiluodon laitoksella käynnistyi vuosihuollossa 2004 muutostyöprojekti, jonka tarkoituksena on korvata ikääntyvät tasasuuntaajat uusilla, vastaavat toiminnot omaavilla tasasuuntaajilla. Kummallakin laitosyksiköllä korvataan 18 tasasuuntaajaa. Tasasuuntaajien tehtävänä on normaalissa käyttötilanteessa syöttää tasasähköä sitä tarvitseville laitteille ja samanaikaisesti ylläpitää akustoja kestovarauksessa.

Kummallakin laitosesyksiköllä on uusittavia tasasuuntaajia 110 V, 48 V, 24 V ja ± 24 V -tasasähköjärjestelmissä. Tasasuuntaajien uusimisen syinä ovat nykyisten tasasuuntaajien ikääntyminen, varaosien saatavuuden heikentyminen ja huoltokustannusten nouseminen.

Vuoden 2004 vuosihuoltoseisokissa Olkiluoto 1:lle asennettiin ja otettiin käyttöön viisi uutta tasasuuntaajaa. STUK valvoi muutostöiden toteutusta ja teki muutostöille käyttöönottotarkastukset. Teollisuuden Voima Oy:n tarkoituksena on uusialoput tasasuuntaajat vuosina 2006–2007.

Muutos turbiini- ja reaktoritehon välisessä valvonta-automatiikassa

Olkiluoto 1:llä toteutettiin vuosihuollossa 2004 valvonta-automatiikan lisäys, joka turbiini- ja reaktoritehon epätasapainotilanteessa laukaisee reaktorin osittaisen pikasulun, jolla reaktoriteho rajoitetaan turpiinilaitoksen hyväksymälle tasolle.

Automatiikan suunnittelu käynnistyi alkuvuodesta 2002 ja tavoitteena oli löytää ohjaussignaalista riippumaton tapa, jolla estetään reaktori- ja turpiinitehon epätasapaino. Muutoksen tarpeellisuus vahvistui Olkiluoto 1:llä 20.4.2002 tapahtuneen 400 kV:n verkkohäiriön seurauksena. Tapahtumaa on selvitetty neljännesvuosiraportissa 2/2002 (STUK-B-YTO 218).

Muutoksen jälkeen järjestelmä havaitsee ilman ulkoista signaalia 400 kV:n verkkokatkoshäiriön ja pystyy siirtämään laitosesyksikön omakäyttöteholle riippumatta siitä, onko ulkoisen verkkokatkoksen syynä inhimillinen virhe vai puhtaasti tekninen vika.

Automatiikka toteutettiin turbiinin paineen-säätöjärjestelmään ohjelmoidulla digitaali-tekniikalla.

Olkiluoto 2:lla vastaava muutos on toteutettu vuosihuollossa 2003.

3 Ydinjätehuolto

Ei raportoitavia asioita.

4 Ydinmateriaalivalvonta

Kauko Karila

Vuoden 2004 toisella neljänneksellä STUK teki kuusi ydinmateriaaleja koskevaa tarkastusta Olkiluodon ja yhden tarkastuksen Loviisan ydinvoimalaitoksella. Toukokuussa STUK teki vuosihuollon yhteydessä Olkiluoto 1:n ja kesäkuussa Olkiluoto 2:n ydinmateriaalien inventaaritarkastuksen yhdessä IAEA:n ja ES:n (Euratom Safeguards) kanssa. Myöhemmin kesäkuussa tehtiin rutiinitarkastukset myös yhdessä IAEA:n ja ES:n kanssa Loviisan ja Olkiluodon laitoksille. Näiden lisäksi STUK teki kesäkuun lopulla tarkastuksen, jossa mitattiin GBUV-menetelmällä (Gamma Burn-Up Verification) 23 polttoainenippua TVO:n käytetyn polttoaineen varastossa. Mittauksilla todennettiin voimayhtiön ilmoittamien ydinainetietojen oikeellisuus.

Tarkastuksissa STUK, IAEA ja ES tarkastivat

ydinmateriaalien kirjanpito- ja raportointiasiakirjat, todensivat polttoainealtaissa olevat polttoaineniput sekä tekivät tarvittavat sinetöinnit ja valvontakameroiden huoltotoimet. Olkiluodossa STUK, IAEA ja ES lisäksi identifioivat vuosihuoltojen yhteydessä kaikki molempiin reaktoreihin ladatut polttoaineniput, polttoainealtaissa olleet tuoreet polttoaineniput ja tuoreen polttoaineen varastoissa olleet polttoaineniput.

STUK myönsi Fortum Power and Heat Oy:lle luvan neutronivuoantureiden tuontiin Unkarista. Loviisan voimalaitokselle tuotiin toukokuussa Venäjältä 126 ja kesäkuussa Espanjasta 108 tuoretta polttoainenippua.

STUK hyväksyi 26 uutta IAEA:n ja kolme uutta Euratomin tarkastajaa tekemään tarkastuksia Suomen ydinlaitoksilla.

5 STUKin valmiustoiminta

Anne Weltner, Teemu Siiskonen, Pertti Niskala

5.1 Tapahtumat

Vuoden 2004 toisella neljänneksellä ei ollut yhtään tilannetta, jossa olisi ollut aiheutta ryhtyä erityis-toimiin väestön tai ympäristön suojelemiseksi.

STUKin päivystäjään otettiin yhteyttä kaikkiaan 32 kertaa. Loviisa 1:ltä ja Olkiluoto 2:lta otettiin yhteyttä kummaltakin kolme kertaa ja Loviisa 2:lta kerran. Kaikki tapahtumat koskivat käyttötapahtumia. Suomen ydinvoimalaitoksia koskevia tapahtumia kuvataan luvussa 2.

Ulkomaisia tapahtumia ei ollut yhtään. Muut päivystäjän vastaanottamat ilmoitukset liittyivät säteilyvalvontaan ulkoisen säteilyn mittausasemilla, rajavalvontaan, yhteyskokeiluihin ja erilaisiin kansainvälisten järjestöjen lähettämiin tiedonantoihin.

5.2 Poikkeavat säteilyhavainnot

Ympäristön säteilyvalvonta on STUKin tehtävä. Säteilytilannetta tarkkaillaan jatkuvasti koko maassa ja pienistäkin muutoksista saadaan tieto välittömästi. Säteilytilanne Suomessa oli vuosineljänneksellä normaali.

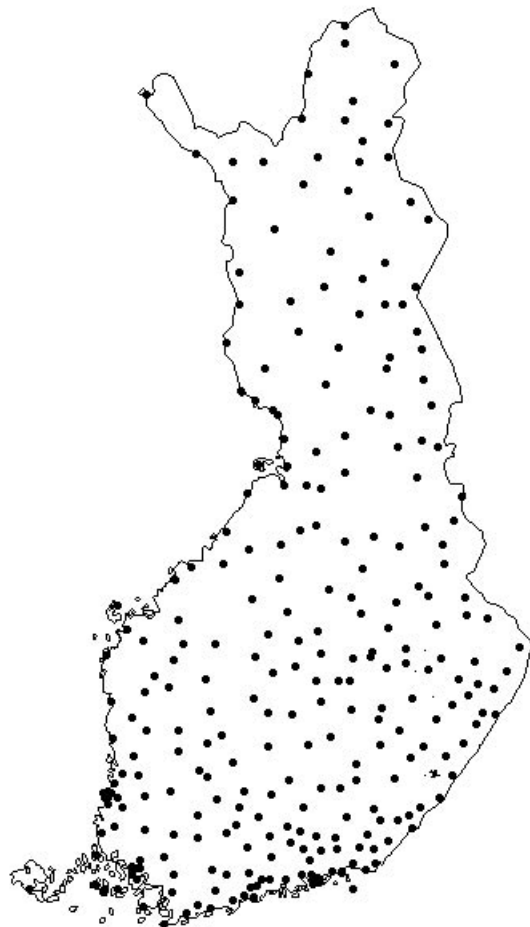
Ulkoisen säteilyn annosnopeus Suomessa

STUKin päivystäjä sai vuosineljänneksellä viisi ilmoitusta ulkoisen säteilyn mittausasemilta. Kaikki ilmoitukset aiheutuivat vikaantuneista mittareista tai häiriöistä mittausasemia ohjaavissa tietokoneissa.

Suomen automaattiset mittausasemat hälyttävät, kun ulkoisen säteilyn annosnopeus ylittää $0,4 \mu\text{Sv/h}$. Taustasäteily vaihtelee Suomessa paikkakunnittain ollen välillä $0,04\text{--}0,30 \mu\text{Sv/h}$. Vuonna 1986 tapahtuneen Tshernobylin onnettomuuden aikana suurin Suomessa mitattu ulkoisen säteilyn annosnopeus oli lyhytaikaisesti $5 \mu\text{Sv/h}$. Sisätiloihin on aiheellista suojautua, jos ulkoisen säteilyn annosnopeus on yli $100 \mu\text{Sv/h}$.

Ulkoisen säteilyn annosnopeutta mitataan

STUKin ja paikallisten pelastusviranomaisten ylläpitämällä valvontaverkolla, johon kuuluu noin 300 jatkuvatoimista automaattista mittausasemaa. Mittausasemien sijainnit ilmenevät kuvasta 6. Lisäksi Puolustusvoimien yli sadalla mittausasemalla seurataan ulkoista säteilyä paikallisesti. Jos annosnopeus automaattisella mittausasemalla ylittää hälytysrajaksi asetetun arvon, STUKin päivystäjä saa heti tiedon ylityksestä. Säteilytietoja eri puolilta Suomea raportoidaan päivittäin STUKin verkkosivulla www.stuk.fi/sateilytietoa/sateilytilanne/.



Kuva 6. Automaattiset ulkoisen säteilyn mittausasemat.

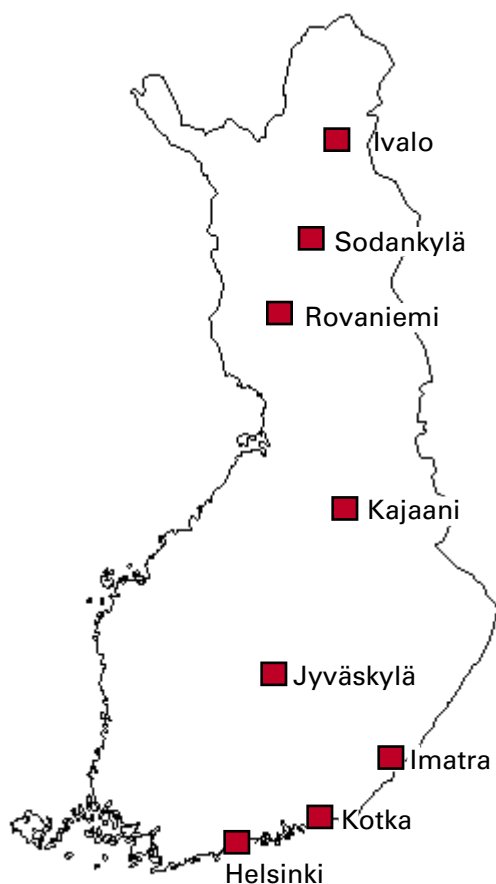
Leningradin ydinvoimalaitoksen valvontaverkko

STUKin päivystäjä sai yhden ilmoituksen Leningradin ydinvoimalaitoksen läheisyydessä sijaitsevilta säteilyn mittausasemilta. Ilmoitus aiheutui mittarin teknisestä viasta.

Leningradin ydinvoimalaitoksen laitosalueella ja ympäristössä on yhteensä 26 ulkoisen säteilyn mittausasemaa, joiden mittaustulokset tulevat Suomeen satelliitin välityksellä. Myös näiltä asemilta hälytys tulee samalla tavalla kuin Suomen asemilta suoraan STUKin päivystäjälle.

Ulkoilman radioaktiiviset aineet

Huhti-kesäkuun aikana havaittiin jodi-131:tä Jyväskylässä kolme kertaa ja koboltti-60:tä keran viikon pituisilla mittaajaksoilla. Havainnot esitetään taulukossa I. Vastaavanlaisia havaintoja tehdään yleensä toistakymmentä kertaa vuodessa. Havaittujen radioaktiivisten aineiden määrät ovat



Kuva 7. STUKin keräysasemat ilmanäytteiden keräämistä varten.

Taulukko I. STUKin keräysasemilla tammi–maaliskuussa tehtyt poikkeavat havainnot.

Keräysjakso	Paikkakunta	Radio-nuklidi	Pitoisuus ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)	Virhe (%)
12.4.–19.4.2004	Jyväskylä	^{131}I	1,5	15
3.5.–10.5.2004	Kotka	^{60}Co	0,4	10
24.5.–31.5.2004	Jyväskylä	^{131}I	3,6	10
31.5.–7.6.2004	Jyväskylä	^{131}I	1,4	22

niin vähäisiä, että niistä ei aiheudu terveyshaittoja. Esimerkiksi joditablettien nauttimista suositellaan, jos jodi-131-pitoisuus on tuhansia becquerelä kuutiometrissä ilmaa (Bq/m^3) eli miljardikertainen havaittuihin määriin nähden. Pienten määrien alkuperää on usein vaikea osoittaa.

STUKilla on ilmanäytteiden kerääjiä kahdeksalla paikkakunnalla, jotka ilmenevät kuvasta 7. Ulkoilman sisältämät radioaktiiviset aineet määritetään imemällä suuri määrä ilmaa suodattimen läpi ja analysoimalla suodattimeen jääneet radioaktiiviset aineet herkillä mittareilla laboratoriossa. Menetelmällä havaitaan erittäin pienet muutokset säteilytilanteessa.

STUK seuraa radioaktiivisten aineiden pitoisuutta myös laskeumassa ja elintarvikkeissa. Ihmisen elimistöön joutuneet radioaktiiviset aineet havaitaan kokokehomittauksilla. Kaikki valtakunnallisen säteilyvalvonnan tulokset esitetään STUKin raporttisarjassa STUK-B-TKO.

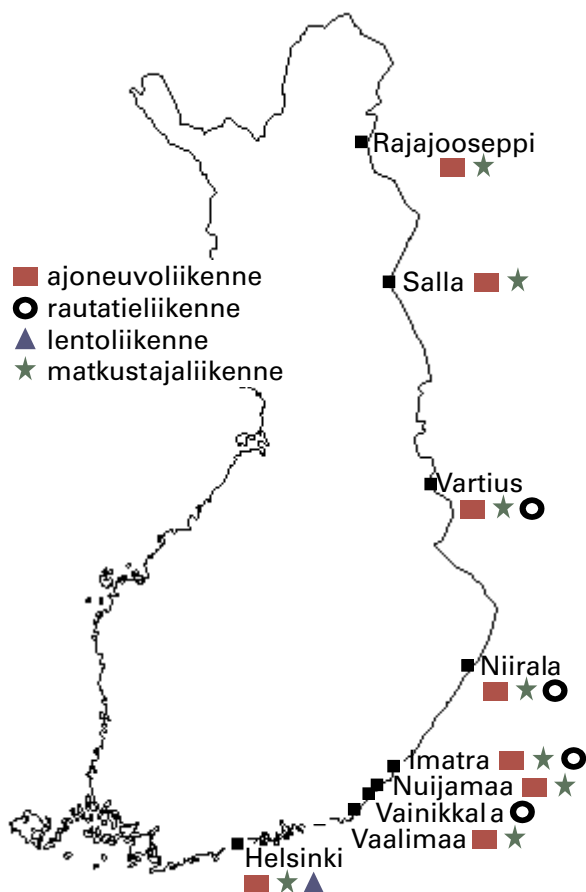
Rajavalvonta ja kuljetukset

Huhti-kesäkuun aikana rajavalvontaan tai kuljetuksiin liittyen oli kolme tapausta, joissa Suomen tulliviranomaiset ottivat yhteyttä STUKin päivystäjään. Nuijamaalla Venäjältä tulleen linja-auton isotooppihoidossa ollut matkustaja aiheutti vähäisen säteilyhavainnon. Matkustaja sai jatkaa matkaa muiden mukana. Toinen Nuijamaan ilmoitus koski Venäjälle matkalla ollutta rekka-autoa. Niiralan tulli otti yhteyttä STUKin päivystäjään ja ilmoitti, että Venäjältä oli tulossa säteilylähteen kuljetus, jonka kuljetusasiakirjoissa ja -merkinnoissa oli puutteita. Tullin saatua suomalaiselta tilaajaosapuolelta kopion STUKin myöntämästä turvallisuusluvasta kuljetus sai jatkaa matkaa.

Tullin säteilyvalvonta kattaa rautatieliikenteen, maantieliikenteen, laiva- ja lentoliikenteen, mukaan lukien matkatavarat ja postilähettykset.

Tarkoituksena on estää luvattomien radioaktiivisten aineiden saapuminen maahan. Tullin kiinteiden säteilyvalvontalaitteiden sijaintipaikat esitetään kuvassa 8.

Tulli ilmoittaa STUKin yhdyshenkilölle poikkeavista säteilyhavainnoista. Virka-ajan ulkopuolella yhteydenottoja tulee myös päivystäjälle.



Kuva 8. Tullin kiinteät säteilyvalvontalaitteet.

5.3 Valmiusharjoitukset ja yhteyskokeilut

Valmiusharjoitukset

Huhti–kesäkuun aikana ei ollut yhtään valmiusharjoitusta, johon STUK olisi osallistunut.

Yhteyskokeilut

Vuoden 2004 toisen neljänneksen aikana STUKin päivystäjä sai yhteensä viisi yhteydenottoa, jotka liittyivät kansainvälisiin yhteyskokeiluihin. Yhteyskokeiluja lähettivät niin virka-aikana kuin virka-ajan ulkopuolellakin IAEA, EU, Pietarin valmiuskeskus ja Leningradin ydinvoimalaitos. STUKin päivystäjä vastasi ohjeiden mukaisesti yhteyskokeiluihin välittömästi.

STUK puolestaan testasi yhteyksiä Moskovan valmiuskeskukseen ja teki yhteyskokeilun kaikille Pohjoismaille. Yhteyskokeilut perustuvat säteily- ja ydinonnettomuuksien ilmoittamisesta tehtyihin sopimuksiin, joita Suomi on solminut useiden maiden ja kansainvälisten järjestöjen kanssa. Yhteyksiä testataan säännöllisesti.

STUKissa tehtiin kesäkuussa STUKin gsm-puhelinten haltijoille tavoitettavuuskokeilu virka-aikana. Puolen tunnin sisällä yhteydenottoon vastasi 88 % testatuista. STUKin henkilökunnan tavoitettavuutta testataan vähintään neljä kertaa vuodessa. STUKin hälytyslistalla on noin 130 henkilöä, joiden gsm-puhelimiin saadaan lähes samanaikaisesti ja helposti yhteys vapaamuotoisella tekstiviestillä ja puhelinsoitolla.

6 Lähialueen ydinvoimalaitokset

Heikki Reponen

Suomen ja Venäjän välisen tietojenvaihtosopimuksen perusteella STUK saa viipymättä tiedon kaikista turvallisuuteen vaikuttavista merkittävistä tapahtumista Suomen lähialueilla sijaitsevilta Leningradin ja Kuolan ydinvoimalaitoksilta. Tämän lisäksi Venäjän turvallisuusviranomaisen GANin paikallistarkastajat näiltä laitoksilta vierailevat puolivuositain STUKissa raportoimassa käyttötapahtumista. Vierailut toteutetaan ulkoasiainministeriön rahoittaman lähialueyhteistyön puitteissa ja niissä käsitellään laajasti Leningradin ja Kuolan laitosten käyttöä ja turvallisuusvalvontaa koskevia asioita. Käytäntö pitää suomalaiset asiantuntijat selvillä lähiydinvoimalaitosten turvallisuuden kehittymisestä ja antaa vihjeitä turvallisuusyhteistyön suuntaamiseen.

Ohessa esitetään tietoja laitostapahtumista vuoden toiselta neljännekseltä. Mikään tapahtumista ei vaarantanut laitossyksiköiden turvallisuutta eikä yltänyt kansainvälisen INES-asteikon piiriin.

Muilta osin ulkoasiainministeriön rahoituksella tehtävää lähialueyhteistyötä Venäjän ydinturvallisuuden parantamiseksi selvitetään STUKin Internet-sivuilla.

Leningradin ydinvoimalaitos

Ykkösyksikkö oli koko raportointijakson pitkässä korjausseisokissa, jossa yksikköä perusparannetaan alkuperäisen käyttöiän jälkeen asetettujen ehtojen mukaiseen kuntoon. Laitossyksikön alkuperäinen käyttöikä päättyi joulukuussa 2003. Kunnostuksen päättyessä alkusyksystä 2004 yksikkö on saamassa GANilta luvan kolmen-viiden vuoden jatkokäyttöä varten.

Kakkosyksikkö oli 20.4.–31.5.2004 normaalissa 40 vuorokauden vuosihuoltoseisokissa. Seisokin alussa operaattori sulki vahingossa turbiinin TG-3 sulku- ja säätöventtiilit, jolloin reaktorin teho aleni puoleen. Seisokin jälkeisessä ylösajovaiheessa

tapahtui 28.5. suunnittelematon reaktorin pikasulku inhimillisen erehdyksen takia.

Kolmosyksikkö toimi häiriöttä lukuun ottamatta lauhdutinputkivuotojen korjaamisesta aiheutuneita lyhytaikaisia tehonalennuksia huhti–toukokuun vaihteessa.

Nelosyksiköllä tapahtui 20.5. operaattorivirheen takia pikasulku täydeltä teholta, kun latauskonevalvomossa työskennellyt operaattori painoi vahingossa pikasulkunappia. Aiheutuneiden tuotantomenetysten takia myös henkilöstö menetti palkkabonusensa. Kesäkuun alussa korjattiin nelosyksiköllä turbiinia TG-8 ja korjauksen ajan yksikkö toimi puolella teholla. Kesäkuun lopulla tapahtui turbiinilla TG-7 pikasulku. Syynä oli oikosulku 20 kV muuntajalla, joka jouduttiin vaihtamaan. Tämän korjausseisokin jälkeisessä ylösajossa esiintyi säätösauvakoneistossa häiriö.

Kuolan ydinvoimalaitos

Ykkösyksikön 60 vuorokauden pituinen vuosihuoltoseisokki toteutui maaliskuun puolivälistä toukokuun puoliväliin.

Kakkosyksikön alkuperäinen 30 vuoden käyttölupa päättyy loppuvuodesta 2004. Laaja huolto- ja kunnostusseisokki, jonka pituudeksi on suunniteltu 90 vuorokautta, alkoi raportointijakson aikana. Tavanomaisten pääkomponenttien huoltojen lisäksi toteutetaan laajoja turvallisuusparannuksia käyttöiän jatkamista silmälläpitäen. Mm. boorisäätöjärjestelmä ja polttoaineen latauskone uusitaan. Käyttöorganisaatio on hakenut lupaa 15 vuoden jatkokäytölle, mutta GAN myöntää tässä vaiheessa vain viiden vuoden jatkon kuten vuosittain ykkösyksiköllekin.

Kolmosyksiköllä tapahtui 28.5.2004 turbiinipikasulku TG-5:lla turbiinin säätöjärjestelmän vian takia. Sekä kolmos- että nelosyksikön tänä vuonna 40 vuorokauden mittaiset vuosihuoltoseisokit ajoittuvat loppukesään.

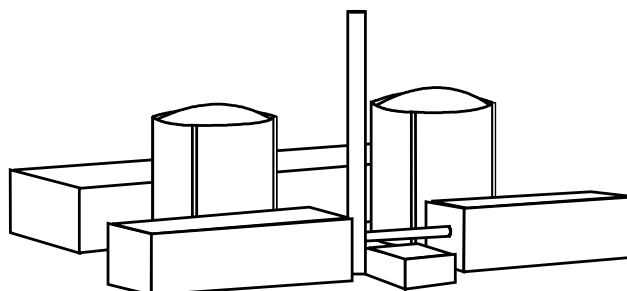
LIITE 1

YDINVOIMALAITOSTEN VALVONTA

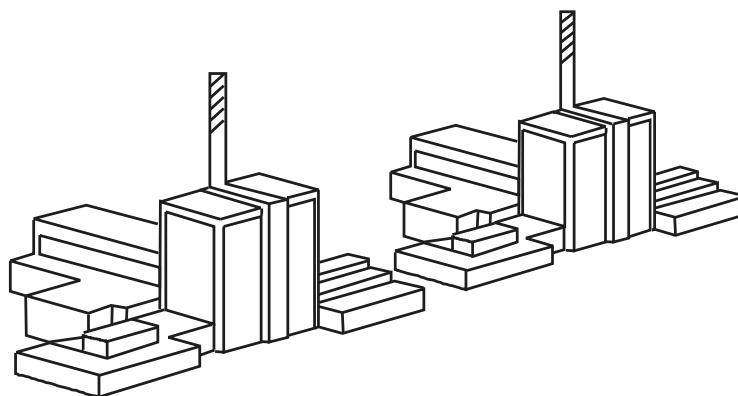
Valtioneuvoston päätökset	Säteilyturvakeskuksen valvonnan ja tarkastustoiminnan kohteet
Periaatepäätös	Ydinvoimalaitoshankkeen valmistelu <ul style="list-style-type: none"> • Alustavat laitossuunnitelmat ja turvallisuusperiaatteet • Sijaintipaikka ja ympäristövaikutukset • Ydinpolttoaine- ja ydinjätehuollon järjestäminen
Rakentamislupa	Suunnittelu <ul style="list-style-type: none"> • Alustava turvallisuusseloste laitoksen suunnitellusta rakenteesta ja toiminnasta sekä alustavat turvallisuusanalyysit • Laitteiden ja rakenteiden turvallisuusluokittelu • Laadunvarmistussuunnitelma • Ydinpolttoaine- ja ydinjätehuoltoa koskevat suunnitelmat • Turva- ja valmiusjärjestelyt
Käyttölupa	Rakentaminen <ul style="list-style-type: none"> • Laitteiden ja rakenteiden rakennesuunnitelmat, valmistajat, lopullinen rakenne ja asennus paikoilleen • Järjestelmien toimintakokeet • Lopullinen turvallisuusseloste laitoksen rakenteesta ja toiminnasta ja lopulliset turvallisuusanalyysit • Todennäköisyyspohjainen turvallisuusanalyysi • Käyttöorganisaatio ja sen pätevyys • Turvallisuustekniset käyttöehdot • Ydinpolttoainehuolto ja ydinmateriaalivalvonta • Ydinjätehuollon menetelmät • Turva- ja valmiusjärjestelyt
	Käyttö <ul style="list-style-type: none"> • Koekäyttö eri tehotasoilla • Laitteiden ja rakenteiden kunnossapito, tarkastukset ja testaukset • Järjestelmien ja koko laitoksen käyttö • Käyttöorganisaatio ja johtaminen • Henkilökunnan koulutus • Henkilöiden pätevyys • Poikkeukselliset käyttötapaukset • Korjaus- ja muutostyöt • Uudet polttoainelataukset • Ydinpolttoainehuolto ja ydinmateriaalivalvonta • Ydinjätehuolto

LIITE 2

YLEISTIEDOT SUOMEN YDINVOIMALAITOKSISTA



Laitos- yksikkö	Käynnistys	Kaupallinen käyttö	Nimellissähköteho, (brutto/netto, MW)	Tyyppi, toimittaja
Loviisa 1	8.2.1977	9.5.1977	510/488	Painevesireaktori (PWR), Atomenergoexport
Loviisa 2	4.11.1980	5.1.1981	510/488	Painevesireaktori (PWR), Atomenergoexport



Laitos- yksikkö	Käynnistys	Kaupallinen käyttö	Nimellissähköteho, (brutto/netto, MW)	Tyyppi, toimittaja
Olkiluoto 1	2.9.1978	10.10.1979	870/840	Kiehutusvesireaktori (BWR), Asea Atom
Olkiluoto 2	18.2.1980	1.7.1982	870/840	Kiehutusvesireaktori (BWR), Asea Atom

Fortum Power and Heat Oy omistaa Loviisassa sijaitsevat Loviisa 1 ja 2 -laitosyksiköt ja Teollisuuden Voima Oy Eurajoen Olkiluodossa sijaitsevat Olkiluoto 1 ja 2 -laitosyksiköt.

LIITE 3**STUKin VALMIUSTOIMINTA**

Ydinräjäytys tai vakava ydinvoimalaitosonnettomuus Suomessa tai lähialueella voi aiheuttaa säteilyvaaratilanteen, jonka seuraukset pahimmassa tapauksessa vaikuttavat koko yhteiskuntaan. Eri viranomaisten vastuualueiden ja tehtävien selkeä jako on olennaista tilanteen aiheuttamien haittojen torjunnassa.

- Suomessa STUK ottaa vastaan kaikki säteilyyn liittyvät hälytykset ja ilmoitukset. Viestien vastaanottaminen on varmistettu ympärivuokautisella päivystyksellä. Toiminta käynnistyy 15 minuutissa.

- STUK muodostaa tilannekuvan onnettomuudesta ja säteilytasoista, määrittää vaara-alueen ja arvioi tilanteen aiheuttamat haitalliset vaikutukset väestölle ja ympäristölle sekä antaa suositukset suojelutoimista.
- STUK välittää tietoa tilanteesta koti- ja ulkomaisille yhteistyötahoille ja tiedotusvälineille.
- STUK neuvoo muun muassa teollisuutta, kaupaa sekä liikenne- ja tulliviranomaisia haittavaikutusten vähentämisessä ja selvittää tarpeen elintarvikkeiden käyttörajoituksille.
- STUK vastaa säteilyasiantuntemukseen liittyvästä kansainvälisestä avusta.

Ydinlaitostapahtumien kansainvälinen vakavuusasteikko (INES)

www-news.iaea.org/news

